

SCIENTIFIC BASIS FOR FEASIBILITY OF USING GLUCOSE SYRUP IN YOGURTS

T. Marchenko, H. Polishchuk

National University of Food Technologies

Key words:

Yogurt

Glucose syrup

*Degree of
saccharification*

Viscosity

Water-retaining capacity

Article history:

Received 13.11.2016

Received in revised form

14.12.2016

Accepted 25.12.2016

Corresponding author:

T. Marchenko

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

It has been proved that it is feasible to use glucose syrup of various degrees of saccharification in yogurts. It has been grounded that the relative viscosity of yogurt and water-retaining capacity of its clusters depend on the degree of saccharification of glucose syrup. The largest structuring ability of caramel syrup containing dextrin has been proved. A slight slowdown of fermentation process has been revealed in the presence of higher sugars in syrup with low and medium values of dextrose equivalent. Instead, the syrup of high degrees of saccharification almost does not influence the activity of lactic acid bacteria. According to the results of the study, the possibility of using glucose syrup of medium and low degrees of saccharification in yogurts for complete replacement of skimmed milk powder and sugar has been proved.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ У СКЛАДІ ЙОГУРТІВ

Т.С. Марченко, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті науково обгрунтовано доцільність застосування крохмальної патоки різного ступеня оцукрювання у складі йогуртів. Встановлено залежність умовної в'язкості йогурту і вологоутримувальної здатності його згустків від ступеня оцукрювання крохмальної патоки. Доведено найбільшу структуруючу здатність патоки карамельної, що містить декстрини. Виявлено незначне гальмування процесу зброджування за наявності вищих цукрів у складі патоки з низьким і середнім значенням дектрозного еквівалента. Натомість патока високого ступеня оцукрювання практично не впливає на активність молочнокислих бактерій. За результатами проведеного дослідження доведено можливість застосування у складі йогурту крохмальної патоки середнього та низького ступеня оцукрювання для повної заміни сухого знежиреного молока і цукру.

Ключові слова: йогурт, патока крохмальна, ступінь оцукрювання, в'язкість, вологоутримувальна здатність.

Постановка проблеми. Кисломолочні продукти, у тому числі і йогурти, займають вагоме місце у харчуванні людини за рахунок функціональних

властивостей і високого ступеня засвоюваності складових компонентів. Для підвищення харчової цінності йогуртів до їх складу зазвичай вводять різноманітні наповнювачі і добавки, які збагачують готовий продукт біологічно-активними речовинами, про- та пребіотиками, білковими концентратами і виконують певні технологічні функції [1—4].

У той же час невирішеним залишається питання гарантованого формування щільної, характерної для йогуртів консистенції без застосування стабілізаторів структури або білкових концентратів за вмісту сухих знежирених речовин не нижче 9,5% відповідно до ДСТУ 4343-2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». Це питання особливо актуальне у технології питних йогуртів з низькою масовою часткою жиру та нежирних, що доводить доцільність пошуку нових видів натуральних, технологічно ефективних структуруючих рецептурних компонентів.

Аналіз існуючих функціонально-технологічних харчових інгредієнтів вітчизняного виробництва дав змогу виокремити з них доволі перспективну групу концентратів вуглеводів, спроможну виконувати у складі йогуртів роль підсолоджувачів, загущувачів джерела сухих речовин. Саме крохмальна патока різного вуглеводного складу є доволі дешевою і безпечною для використання у харчових продуктах і тому давно та успішно використовується в різних галузях харчової промисловості [5].

Стосовно групи ферментованих молочних продуктів, йогуртів та інших кисломолочних напоїв, а також сиркових десертів, слід зазначити, що за кордоном, особливо в Північній Америці, патоки використовують для повної або часткової заміни рецептурного цукру і/або в складі фруктового наповнювача. Правильно обраний баланс між цукром і патокою надає можливість посилювати аромат завдяки наявності «вільної» фруктози та дещо зменшувати солодкість готового продукту, оскільки, як відомо, солодкість сахарози у певній мірі пригнічує аромат. Крім того, наявність у системі моноцукрів (глюкози і фруктози) знижує рівень активності води, збільшуючи термін придатності до зберігання молочних продуктів [6].

Патока серед усіх підсолоджуючих інгредієнтів, що застосовуються у виробництві кисломолочних йогуртів, є найдешевшим натуральним джерелом сухих речовин. З точки зору використання патоки як підсолоджуючого компонента економічний ефект буде мало помітним, оскільки, порівняно з традиційно використовуваною сахарозою, вартість патоки не набагато нижча. Проте рідкі патоки і сиропи містять багато сухих речовин (78—82%), що дасть змогу досягати нормативного показника сухих речовин у йогурті за рахунок часткової або повної заміни сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ). Також можливе скорочення внутрішньоцехових витрат через легкість обробки сумішей (виключаються технологічні операції зважування і розчинення цукру, фільтрування сиропу), що може суттєво знижувати собівартість готового продукту без зміни його органолептичних характеристик.

Перевагою застосування крохмальних паток є також їх мікробіологічна чистота та фактична стерильність, що досягається за рахунок проведення в технологічному циклі виробництва операції іонообмінного очищення —

фільтрування сиропу через мікробіологічні фільтри з розмірами пор 0,45 мкм. Наприклад, дослідження показників якості глюкозно-фруктозного сиропу ГФС-42 показали, що живі мікроорганізми в ньому відсутні повністю [7].

Зважаючи на вказане вище, **метою дослідження** є наукове обґрунтування можливості використання у складі йогуртів натурального структуруючого та стабілізуючого компонента — патоки крохмальної різного ступеня оцукрювання.

Матеріали і методи дослідження. Йогурт готували відповідно до технологічних інструкцій для одержання готового продукту відповідно до вимог ДСТУ 4343: 2004 «Йогурти. Загальні технічні умови» [8]. Як контрольний зразок обрано рецептуру йогурту з масовою часткою жиру 1,5% із сухим знежиреним молоком і цукром [9]. Паралельно готували три зразки йогурту, в яких цукор і сухе знежирене молоко замінювали на крохмальну патоку різного ступеня оцукрювання — патоку карамельну низькооцукрену ПКН (декстрозний еквівалент ДЕ дорівнює 30), патоку крохмальну середнього ступеня оцукрювання ПГ-42 (ДЕ=42) та глюкозно-фруктозний сироп ГФС (ДЕ = 98). Перерахунок рецептур здійснювали арифметичним методом за балансом сухих речовин, вміст яких у сухому молоці та патоках суттєво відрізняється.

Зразки сквашували йогуртовою закваскою прямого внесення на чистих культурах молочнокислих мікроорганізмів (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*) за температури 41 ± 1 °С до кислотності згустку 80 °Т, що вимірювали титриметричним методом.

Вміст сухих речовин у патоці визначали рефрактометричним методом, що ґрунтується на вимірюванні показника кута заломлення світлового променя дослідного зразка.

Масову частку сухих речовин А у відсотках обчислювали за формулою:

$$A = X \cdot K,$$

де X — показник рефрактометра при температурі 20 °С; K — коефіцієнт перерахунку «видимої» масової частки сухих речовин у «дійсному» [10].

За кінцевий результат приймали середнє арифметичне значення двох паралельних вимірювань, округлене до першого десяткового знака.

В'язкість вимірювали з допомогою віскозиметра ВЗ-246, що дає змогу визначити показник умовної в'язкості кисломолочного згустку. Перед проведенням досліджень зразки за температури 20 °С ретельно перемішували впродовж трьох хвилин.

Вологоутримувальну здатність визначали фільтруванням 100 см³ кисломолочних згустків через паперовий фільтр і вимірюванням об'єму відділеної сироватки.

Загальну кількість бактерій МАФAM і життєздатних молочнокислих мікроорганізмів визначали підрахунком мікроорганізмів із застосуванням: термостату ТС-80М, приладу для підрахунку колоній СКМ-1, мікроскопа МІКМЕД 1.

Результати та їх обговорення. На першому етапі дослідження рефрактометричним методом визначено вміст сухих речовин у зразках патоки з різним ступенем оцукрювання (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст сухих речовин у зразках крохмальної патоки

Найменування патоки	Вміст сухих речовин, %
ПКН	83,0±1,1
ІГ-42	82,5±1,6
ГФС	78,0±0,8

Відповідно до уточненої масової частки сухих речовин у патоках було перераховано рецептури за балансом сухих речовин у нормалізованих сумішах для виробництва досліджуваних зразків йогурту. За сталі показники хімічного складу для всіх зразків була прийнята масова частка сухих речовин — 17,9%, у тому числі масова частка сухого знежиреного залишку — 16,3%.

Уточнені рецептури йогурту з патокою наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Рецептури йогурту з масовою часткою жиру 1,5% (в кг на 1000 кг продукту без врахування втрат)

Найменування інгредієнтів	Контрольний зразок	Йогурт з патоками		
		ПКН	ІГ-42	ГФС
Молоко з масовою часткою жиру 3,2% (СЗМЗ = 8,1%)	484,4	484,4	484,4	484,4
Молоко знежирене з масовою часткою жиру 0,05 % (СЗМЗ = 8,1%)	423,9	405,6	404,8	398,1
Сухе знежирене молоко (СЗМЗ = 96%)	41,4	—	—	—
Цукор-пісок	50,3	—	—	—
Патока	—	110,0	110,8	117,5
Всього	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

Можна передбачити, що органолептичні і фізико-хімічні характеристики йогурту з крохмальною патокою будуть значною мірою залежати від її декстрозного еквівалента. За підвищення ДЕ патока все більше впливатиме на солодкість йогурту, але менше — на в'язкість кисломолочного згустка. Збільшення відсоткового вмісту декстринів у патоці підвищуватиме також і показник активності води та осмотичний тиск у водній фазі йогуртів. За таких умов життєдіяльність заквасочної мікрофлори може пригнічуватися з відповідним збільшенням часу сквашування. Результати перевірки даного припущення наведено на рис. 1. За час сквашування приймали тривалість досягнення титрованої кислотності не нижче 80 °Т.

Значення умовної в'язкості йогурту з ПКН та ІГ-42 ближчі до таких для контрольного зразка і відрізняються від нього приблизно на 10 с, натомість в'язкість патоки з ГФС доволі незадовільна і має різницю вже до 25...30 с. Зважаючи на це, можна зробити висновок, що ГФС у складі йогурту спроможний виконували лише роль підсолоджувача. Що стосується впливу патоки на час сквашування, очевидним є незначне гальмування цього процесу за наявності ПКН та ІГ-42, ймовірно, через наявність вищих цукрів у складі патак вказаних марок. Натомість час сквашування молока за наявності ГФС практично однаковий з контрольним зразком. Моноцукри, у певній мірі, активують молочнокисле зброджування.

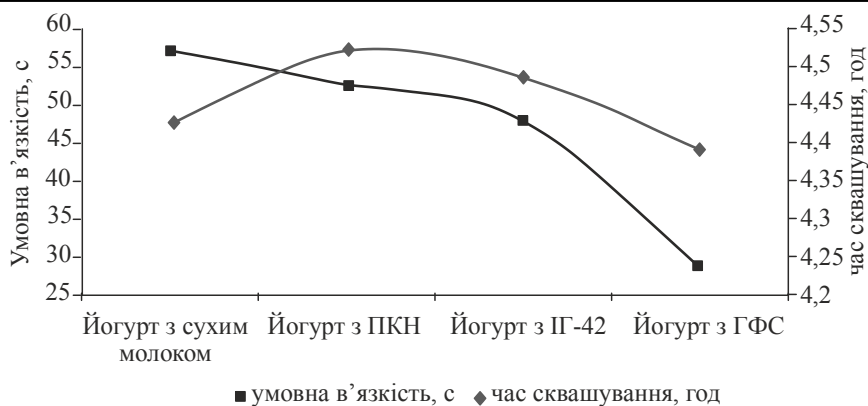


Рис. 1. Умовна в'язкість і час сквашування йогурту з крохмальними патоками різного ступеня оцукрювання

За результатами вимірювання умовної в'язкості дослідних зразків йогуртів було зроблено спробу виявити вплив декстрозного еквівалента крохмальних паток на процес структурування згустків (рис. 2).

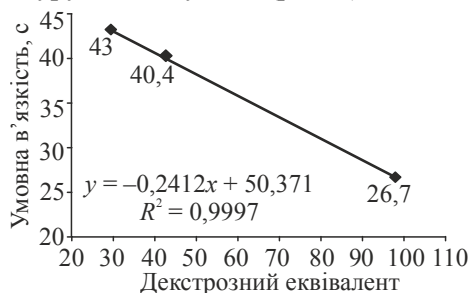


Рис. 2. Залежність умовної в'язкості йогуртів від декстрозного еквівалента патоки

На рис. 2 наведено лінійну залежність умовної в'язкості від декстрозного еквівалента патоки з досить високим коефіцієнтом кореляції, що свідчить про існування такого ефекту.

Важливою для виробництва структурованих кисломолочних напоїв характеристикою крохмальних паток є їх здатність зв'язувати вологу та стабілізувати кисломолочний згусток. Вищі цукри ефективно структурують харчові системи, а моно- і дицукри більше впливають на вміст зв'язаної води, її активність і ступінь солодкості готового продукту.

Вуглеводний склад паток різного ступеня оцукрювання наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Вуглеводний склад крохмальної патоки [6; 7]

Вид патоки	Вміст			
	Редукуючих цукрів			вищих цукрів, %
	глюкози, %	фруктози, %	мальтози (мальтотріози), %	
ПКН	11—12	—	19—20	65—70
ІГ-42	17	—	13(12)	58
ГФС	25	10	43(7)	15

Вищі цукри є харчовими гідроколоїдами, тому збільшення їх вмісту має посилювати вологоутримувальну здатність кисломолочних згустків. Результати перевірки даного припущення наведено на рис. 3

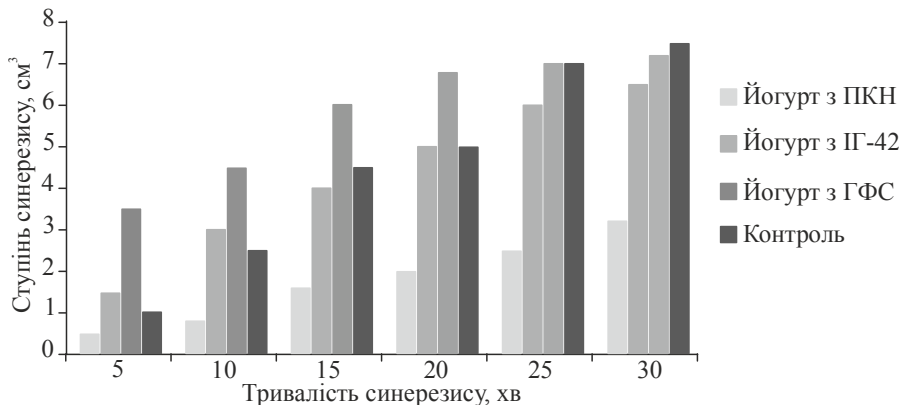


Рис. 3. Вологоутримувальна здатність зразків йогурту

Діаграма, наведена на рис. 3, підтверджує суттєве (більш ніж удвічі) підвищення вологоутримувальної здатності кисломолочних згустків йогурту за наявності патоки карамельної, і незначне покращення цього показника для патоки середньоцукреної (ІГ-42), що вирішує проблему небажаного синерезису в готовому продукті.

Високий вміст підсолоджуючих компонентів може пригнічувати життєдіяльність молочнокислих бактерій [11]. Проте сучасні заквашувальні препарати з використанням чистих штамів молочнокислих бактерій є доволі толерантними до концентрацій сахарози в межах 10—15% з можливим незначним подовженням часу сквашування [12]. У той же час моноцукри, які містяться в патоках (глюкоза і фруктоза), можуть легко ферментуватися мікроорганізмами, що необхідно перевірити.

Загальну кількість мікроорганізмів і вміст молочнокислих бактерій у йогуртах з різними підсолоджувачами представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Вміст молочнокислих бактерій і загальна кількість мікроорганізмів у йогурті з цукром та крохмальною патокою

Найменування зразків йогуртів	Кількість МАФАМ, КОУ в 1см ³	Кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КОУ в 1см ³
Йогурт із цукром і сухим молоком	$4,0 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^7$
Йогурт з ПКН	$3,5 \cdot 10^8$	$3,0 \cdot 10^7$
Йогурт з ІГ-42	$4,0 \cdot 10^8$	$4,0 \cdot 10^7$
Йогурт з ГФС	$4,0 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^7$

Відповідно до табл. 4, зразок йогурту з низькоцукреною патокою в кінці сквашування містив найменшу кількість життєздатних форм мікроорганізмів закваски, що пояснюється її вуглеводневим складом (табл. 3). Високий вміст вищих цукрів і декстринів і, як наслідок, менша частка простих, легкозбро- джуваних цукрів у поєднанні з підвищеним осмотичним тиском за рахунок

впливу глюкози дещо пригнічують діяльність мікрофлори закваски. Найближчим за впливом на активність мікроорганізмів до цукру є ГФС. Але, незважаючи на наявність фруктози як пребіотики, ГФС порівняно з цукром виявив практично однаковий вплив на розвиток мікрофлори, ймовірно, через суттєвий залишок декстринів. Отже, наявність ГФС як вуглеводного компонента у складі йогурту практично не впливає на перебіг молочнокислого процесу. Що стосується патоки середньо- та низькооцукреної, то слід відмітити незначне зниження активності мікрофлори, яке в цілому дає змогу досягти у продукті мінімально необхідного вмісту молочнокислої мікрофлори, а саме: в 1см^3 не менше 10^7 КУО.

Таким чином, науково підтверджено можливість застосування патоки різного ступеня оцукрювання у складі йогурту питного з метою заміни цукру і сухого знежиреного молока. Внесення крохмальної патоки у молочну основу цілком можливе до початку процесу сквашування, оскільки вона практично не впливає на перебіг молочнокислого процесу. Зважаючи на необхідність формування характерних для йогурту органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників, цілком можна рекомендувати у його складі патоку карамельну та патоку марки ІГ-42, які виконуватимуть функції підсолоджувачів і структуруючих компонентів.

Подальші дослідження за обраним напрямом будуть присвячені встановленню раціонального ступеня заміни СЗМЗ на патоку крохмальну для досягнення балансу між технологічною та економічною доцільністю такого рішення.

Висновки

1. Встановлено залежність умовної в'язкості йогурту від дектрозного еквівалента внесеної в нього крохмальної патоки, що обумовлюється зміною вмісту структуруючих вищих цукрів за різного ступеня оцукрювання патоки.

2. Доведено, що патока низькооцукрена (ПКН) і патока середнього ступеня оцукрювання (ІГ-42) суттєво покращують вологоутримувальну здатність кисломолочних згустків, що гарантує високу якість йогурту.

3. Виявлено, що патока карамельна з високим вмістом вищих цукрів, які погано зброджуються заквашувальною мікрофлорою, незначно подовжує час сквашування молока в технологічному процесі одержання йогурту.

4. За результатами комплексного дослідження рекомендовано застосовувати у складі йогурту крохмальну патоку середнього та низького ступеня оцукрювання як природного стабілізуючого і підсолоджуючого компонента.

Література

1. Курнакова О.Л. Разработка и оценка потребительских свойств обогащенных йогуртов с использованием растительных компонентов — дисс. на соиск. степени канд. техн. наук по спец. 05.18.15. — Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания. — Орел, 2015. — 166 с.

2. Tamime A. The microstructure of set-style, natural yogurt made by substituting microparticulate whey protein for milk fat / A. Tamime et al. // Intern. Journal of Dairy Technology. — 1995. — Vol. 48, # 4. — P. 107—111.

3. Крючкова В.В. Перспективы развития функциональных продуктов питания / В.В. Крючкова // Молочная промышленность. — 2011. — № 8. — С. 36—37.

4. Кудрявцева Т.А. Кисломолочный продукт, обогащенный магнием / Т.А. Кудрявцева // Молочная промышленность. — 2012. — № 2. — С. 65—66.
5. Разработка молочных продуктов на основе сахарозаменителей / Е.А. Яковлева, А.И. Гнездилова, В.Б. Шевчук и др. // Молочнохозяйственный вестник. — № 1 (13). — 2014. — С. 86—90.
6. Богданов Е.С. Использование в молочных продуктах глюкозных сиропов / Е.С. Богданов // Продукты, ингредиенты. — 2008. — № 1. — С. 88—91.
7. Богданов Е. Глюкозные, мальтозные и глюкозно-фруктозные сиропы. Функциональные особенности при производстве мороженого и замороженных десертов / Е. Богданов // Продукты и ингредиенты. — 2008. — № 3. — С. 76—78.
8. ДСТУ 4343: 2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». — Введ. 2005—10—01. — Київ : Держспоживстандарт України. — 11 с.
9. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.1. Цельномолочные продукты. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. — С. 139
10. ДСТУ 4498-2005 «Патока крохмална. Технічні умови». — Введ. 2005—12—28. — Київ : Держспоживстандарт України. — 30 с.
11. McGregor J.U. Effect of Sweeteners on Major Volatile Compounds and Flavor of Yogurt / J.U. McGregor, C.H. White // Journal of Dairy Science. — Vol. 70, # 9. — 1987. P. 1828—1834.
12. Чагаровский А.П. Закваски YO-FLEX компании CHR. HANSEN для производства йогурта / А. П. Чагаровский, О. Н. Богач // Молоч. пром-сть. — 2003. — № 3. — С. 8—10.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКИ В СОСТАВЕ ЙОГУРТА

Т.С. Марченко, Г.Е. Полищук

Национальный университет пищевых технологий

В статье научно обоснована целесообразность применения крахмальной патоки различной степени осахаривания в составе йогуртов. Установлена зависимость вязкости йогурта и влагоудерживающей способности его сгустков от степени осахаривания крахмальной патоки. Доказана наибольшая структурирующая способность патоки карамельной, которая содержит декстрины. Выявлено незначительное торможение процесса сбраживания при наличии высших сахаров в составе патоки с низким и средним значением дектрозного эквивалента. В то же время, патока с высокой степенью осахаривания практически не влияет на активность молочнокислых бактерий. В результате проведенного исследования доказана возможность использования в составе йогурта крахмальной патоки средней и низкой степени осахаривания для полной замены сухого обезжиренного молока и сахара.

Ключевые слова: йогурт, патока крахмальная, степень осахаривания, вязкость, влагоудерживающая способность.